

**This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PUBLICATION NUMBER : 09082473
PUBLICATION DATE : 28-03-97

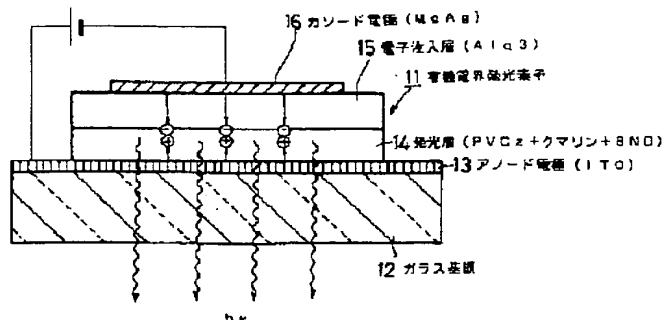
APPLICATION DATE : 14-09-95
APPLICATION NUMBER : 07260997

APPLICANT : CASIO COMPUT CO LTD;

INVENTOR : YAMADA HIROYASU;

INT.CL. : H05B 33/14 C09K 11/06 H01L 33/00
H05B 33/22

TITLE : ORGANIC EL ELEMENT



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an organic EL element which has a high light emitting efficiency and is easily manufacturable.

SOLUTION: On a base board 12 made of glass, elements are laminated in the sequence as named; i.e., an anode electrode 13 consisting of ITO, light emitting layer 14 prepared by mixing coumalin 6 and BND with PVCz, electron implanting layer 15 consisting of Alq3, and cathode electrode 16 consisting of MgAg. From the cathode electrode 16, electrons are implanted into the light emitting layer 14 through the layer 15, and holes are implanted from the anode electrode 13 into the layer 14, and thereby the electrons are recoupled with the holes within the layer 14 so that light emission takes place complying with the fluorescent pigment. At this time, light emission of a high efficiency is obtained because the degrees of movement of the electron and hole are low in the light emitting layer 14, and it is possible to suppress generation of a non-coupling current, i.e., leak current.

COPYRIGHT: (C) JPO

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-82473

(43) 公開日 平成9年(1997)3月28日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 5 B 33/14			H 0 5 B 33/14	
C 0 9 K 11/06		9280-4H	C 0 9 K 11/06	Z
H 0 1 L 33/00			H 0 1 L 33/00	A
H 0 5 B 33/22			H 0 5 B 33/22	

審査請求 未請求 請求項の数 8 F D (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平7-260997

(22) 出願日 平成7年(1995)9月14日

(71) 出願人 000001443

カシオ計算機株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目6番1号

(72) 発明者 白崎 友之

東京都青梅市今井3丁目10番地6 カシオ
計算機株式会社青梅事業所内

(72) 発明者 金子 紀彦

東京都青梅市今井3丁目10番地6 カシオ
計算機株式会社青梅事業所内

(72) 発明者 山田 裕康

東京都青梅市今井3丁目10番地6 カシオ
計算機株式会社青梅事業所内

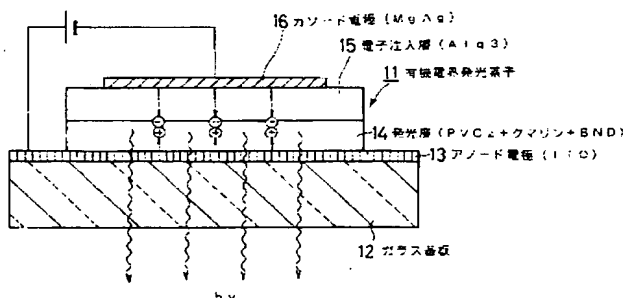
(74) 代理人 弁理士 杉村 次郎

(54) 【発明の名称】 有機電界発光素子

(57) 【要約】

【課題】 発光効率が高く、製造が容易な有機電界発光素子を提供することにある。

【解決手段】 ガラス基板12上に、ITOでなるアノード電極13、PVCzにクマリン6とBNDを混ぜた発光層14、Alq3でなる電子注入層15、MgAgでなるカソード電極16を順次積層する。カソード電極16から電子注入層15を介して発光層14へ電子を注入し、アノード電極13から発光層14へホールを注入することにより、発光層14内で電子とホールが再結合して蛍光色素に応じた発光を起こす。このとき、発光層14内では電子およびホールの移動度が低いため効率の高い発光が得られ、非結合性電流、すなわちリーク電流の発生を抑制することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 相対向するカソード電極とアノード電極との間に、前記カソード電極に接合される第1の電子輸送性材料を有する第1の有機膜と、第2の電子輸送性材料と正孔輸送性材料とからなる第2の有機膜と、を備え、前記第2の電子輸送性材料は、前記正孔輸送性材料より前記第1の有機膜からの電子注入エネルギー障壁が低く、前記正孔輸送性材料は、前記第2の電子輸送性材料より前記アノード電極からの正孔注入エネルギー障壁が低いことを特徴とする有機電界発光素子

【請求項2】 前記第2の有機膜内に蛍光色素が前記正孔輸送性材料に対し0.3mol%～5mol%含まれることを特徴とする請求項1記載の有機電界発光素子

【請求項3】 前記第1の有機膜はトリス（8-キノリノレート）アルミニウム錯体であることを特徴とする請求項1または請求項2記載の有機電界発光素子

【請求項4】 前記正孔輸送性材料はポリビニルカルバザールを含み、前記第2の電子輸送性材料は2,5-ビス（1-ナフチル）-オキサジアゾールであることを特徴とする請求項1または請求項2記載の有機電界発光素子

【請求項5】 前記第2の有機膜の膜厚が20～100nmであり、前記第2の電子輸送性材料は、前記正孔輸送性材料に対し10～20mol%含まれることを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載の有機電界発光素子

【請求項6】 前記第2の有機膜は、トリフェニルジアミン誘導体を含むことを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載の有機電界発光素子

【請求項7】 前記第2の有機膜とアノード電極との間に、前記アノード電極からの正孔注入エネルギー障壁が前記第2の有機膜より小さい第3の有機膜が介在されることを特徴とする請求項1～6のいずれかに記載の有機電界発光素子

【請求項8】 前記第3の有機膜は、トリフェニルジアミン誘導体であることを特徴とする請求項7記載の有機電界発光素子

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、有機電界発光素子に関し、さらに詳しくは、表示用照明、表示装置などに利用できるEL（エレクトロルミネッセンス）素子に係る。

【0002】

【従来の技術】従来、この種の有機電界発光素子としては、ポリマーに蛍光色素を分散してこれを発光層とする、分子分散ポリマー型（MDP：Molecularly Doped Polymer）と称されるものがある。この有機電界発光素子は、一般的な低分子有機物を蒸着形成することによって作られる素子と区別されている。図12は、従来のM

DP有機電界発光素子の断面説明図である。この素子の構造は、同図に示すように、ガラス基板1上にITO（Indium Tin Oxide）膜でなるアノード電極2が形成され、このアノード電極2上に発光層3が形成され、さらに発光層3の上にMgでなるカソード電極4が形成されて構成されている。バイアス印加時には、発光層3に、カソード電極4から電子が、アノード電極2からはホール（正孔）が注入されるようになっている。発光層3は、アノード電極2及びカソード電極4に所定電圧を印加することにより発光する有機化合物及び発色剤から構成されている。このような従来の分子分散ポリマー型の有機電界発光素子では、有機化合物からなるポリマーに発色剤などを混合してこれをスピンコートやディップコートなどの湿式方法を用いて塗布することにより発光層3が形成できるため、一般的な低分子有機物を蒸着して形成する発光素子に比べて製造プロセスが容易であるという利点がある。また、このような有機電界発光素子では、発光色を蛍光色素の配合を制御することにより容易に選択できるという利点がある。すなわち、電極を形成することにより生じた有機化合物自体の発光が紫外領域にあるため、励起子を捕まえる発色剤の選択により可視領域での発光色制御ができるからである。

【0003】図13は、上記した有機電界発光素子におけるキャリア移動に関するエネルギーダイアグラムの概略を示している。この有機電界発光素子では、カソード電極4から発光層3へ電子注入に対する界面でのエネルギー障壁（ $E_{\text{from C}}$ ）がありアノード電極2から発光層3へのホール注入に対する界面でのエネルギー障壁（ $E_{\text{from A}}$ ）がある。注入された電子とホールとは、電極2-1に電圧を印加することにより発光層3中で再結合を起こし、電荷をもたない1重項励起子を発生する。一般に、生じた1重項励起子は10nm程度の不規則な移動をした後に失活に到るが、この間に発光剤に捕まえられることでエレクトロルミネッセンス（EL）現象を生ずる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記した有機電界発光素子においては、カソード電極から注入された電子とアノード電極から注入されたホールとを発光層内に完全に閉じ込めることができないため、非結合性の電流すなわちリーク電流が生じ易く、エネルギー障壁が大きいとエネルギー変換効率が低いという問題点がある。この発明の目的は、エネルギー変換効率が高く、しかも製造の容易な有機電界発光素子を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明では、相対向するカソード電極とアノード電極との間に、カソード電極に接合される第1の電子輸送性材料を有する第1の有機膜と、第2の電子輸送性材料と正孔輸送性

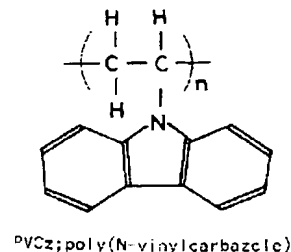
材料とからなる第2の有機膜と、を備え、第2の電子輸送性材料は、正孔輸送性材料より第1の有機膜からの電子注入エネルギー障壁が低く、正孔輸送性材料は、第2の電子輸送性材料よりアノード電極からの正孔注入エネルギー障壁が低いことを特徴としている。請求項2記載の発明では、第2の有機膜内に蛍光色素が正孔輸送性材料に対し0.3mol%～5mol%含まれることを特徴としている。請求項3記載の発明では、第1の有機膜はトリス(S-キノリノレート)アルミニウム錯体であることを特徴としている。請求項4記載の発明では、正孔輸送性材料はポリビニルカルバザールを含み、第2の電子輸送性材料は、5-ビス(1-ナフチル)-オキサジアゾールであることを特徴としている。請求項5記載の発明では、第2の有機膜の膜厚が20～100nmであり、第2の電子輸送性材料は、正孔輸送性材料に対し10～20mol%含まれることを特徴としている。請求項6記載の発明では、第2の有機膜は、トリフェニルジアミン誘導体を含むことを特徴としている。請求項7記載の発明では、第2の有機膜とアノード電極との間に、アノード電極からの正孔注入エネルギー障壁が第2の有機膜より小さい第3の有機膜が介在されることを特徴としている。請求項8記載の発明では、第3の有機膜は、トリフェニルジアミン誘導体であることを特徴としている。

【0006】

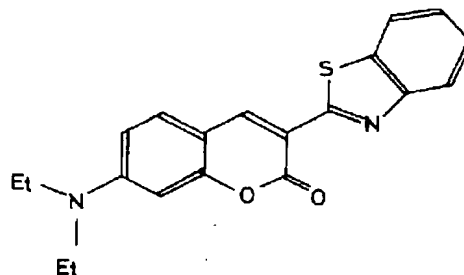
【発明の実施の形態】以下、この発明に係る有機電界発光素子の詳細を図面に示す実施形態に基づいて説明する。

(実施形態1)図1は、実施形態1の有機電界発光素子の概略を示す断面説明図である。図中、11は有機電界発光素子であり、ガラス基板12の上に、アノード電極13、第2の有機膜としての発光層14、第1の有機膜としての電子注入層15およびカソード電極16が順次積層されて構成されている。アノード電極13は、80%以上の可視光透過率をもつ、シート抵抗が50オーム以下のITO薄膜である。また、発光層14は、イオン化ポテンシャルの小さい、ホール輸送性ポリマーであるポリビニルカルbazール(PVCz)に、蛍光色素としてクマリン6、(3-(2'-Benzothiazolyl)-7-diethyl-*inocoumarin*)と、電子輸送剤としてのナフチルオキサジアゾール系化合物であるBND、(2,5,-Bis(1-naphthyl)-Oxadiazole)とが配合されている。以下に、PVCz、クマリン6、BNDの構造式を示す。

【化1】

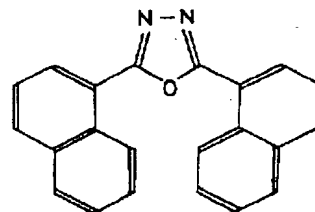


【化2】



クマリン6

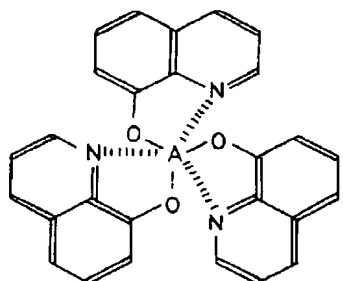
【化3】



BND: 2,5-Bis(1-naphthyl)-Oxadiazole

【0007】なお、蛍光色素としてのクマリン6は、PVCzに対するmo1濃度で約3%の割合で混合されている。また、BNDは、PVCzに対するmo1濃度で約17%の割合で混合されている。そして、発光層14は、例えば20~100nmの膜厚で形成されている。この発光層14を形成するには、各成分を共通溶解媒中に溶解した後、ディップコートもしくはスピンコートなどの湿式成膜により形成することができる。さらに、電子注入層15は、下記の構造式で表されるアルミニウム錯体であるtris(S-quinolinolato)Aluminum complex (以下、Alq3という)で形成されている。また、カソード電極16は、AlとAgで形成されている。

【化1】



Alq3:tris(8-quinolinolato)aluminum complex

【0008】本実施形態では、イオン化ポテンシャルが小さく、ホール輸送性を有する発光層14中に、蛍光色素（クマリン6）と電子輸送剤（BND）が混合され、この発光層14に電子注入層15が接合された構成である。図2は、本実施形態の有機電界発光素子の概略的なエネルギーダイアグラムを示している。このエネルギーダイアグラムは、アノード電極13と接合する発光層14に電子輸送剤としてのBNDを混ぜたことによるPVCzへ電子およびホールの注入障壁に対する効果を説明している。

【0009】なお、図2において一点鎖線は、BND固有のエネルギー構造を示し、破線はPVCz構造のエネルギー構造を示している。このように各成分が混合された複合膜の場合、Alq3でなる電子注入層15側から発光層14への電子の移動では、電子注入層15との界面の発光層14の電子親和力において、より小さな電子のポテンシャルをもつ成分の物性が反映される。すなわち、この界面には電子輸送性ドーパントであるBNDの物性が反映されることになる。逆に、アノード電極13側から発光層14への正孔の移動ではアノード電極13との界面の発光層14のイオン化ポテンシャルにおいて、より小さな、ホールのポテンシャルをもつ材料の物性が反映される。すなわち、発光層14側の界面には、バインダとしてのPVCzの物性が反映されることになる。結果として、発光層14全体での電子物性は、界面における注入障壁に着目した場合は図中斜め線で示されるエネルギー構造をとる。すなわち、キャリアの注入障壁に関し、BNDを混ぜることはエネルギー障壁Eto PVCzを低減させ、PVCz（発光層14）への電子の注入を容易にしていると考えられる。

【0010】次に、図3を用いて電子輸送剤としてのBNDを混ぜることによりPVCz中におけるキャリアの移動度に対する影響について説明する。図3は、本実施形態における概念的なエネルギーダイアグラムを示している。一般に、有機薄膜内における電気伝導はホッピング伝導によるキャリア移動がその主体となる。このため、BNDのドーピングによりPVCz内ではホールの移動に対するエネルギー障壁の形成、ホッピング距離の増大が生じ、その結果PVCzでのホール移動度は低下す

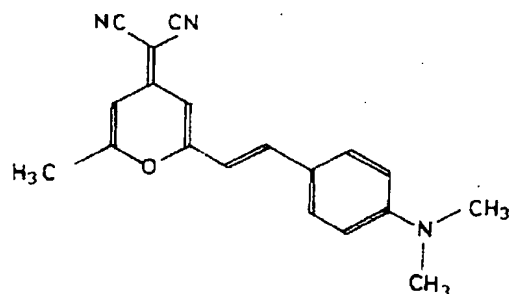
る。これに対して、電子の移動度は図3に示すように膜内でのホッピングサイトの形成によりわずかに向上する。すなわち、BNDをドーピングすることは、キャリアの移動度の観点からもPVCz膜内での電子・ホール再結合の促進と、ホールに起因したリーク電流低下を実現することができる。

【0011】また、Alq3からなる電子注入層15及び発光層14は、電子注入層15のエレクトロンのポテンシャルが発光層14のエレクトロンのポテンシャルとカソード電極16のエレクトロンのポテンシャルとの間にあるように設定してある。すなわち、電子注入層15のカソード電極16からの電子注入におけるエネルギー障壁が、発光層14のカソード電極16から直接電子注入される際のエネルギー障壁より小さいので、発光層14の単層の両面に電極が形成された単層型の発光素子に比べて、電子親和力の点で効率よく発光層14に電子を注入することができる。

【0012】図4は、本実施形態の有機電界発光素子と、従来の分子分散ポリマー型（MDP: Molecularly Doped Polymer）の単層型有機電界発光素子の投入電力と輝度との測定結果を対比して示したグラフである。なお、ここでは単層有機電界発光素子の発光層14と同じ材料からなる発光層の厚さを1000Åとし、本実施形態の有機電界発光素子では電子注入層15の厚さを500Å、発光層14の厚さを500Åに設定した。同図から、本実施形態では従来の有機電界発光素子に比べて同一投入電力に対し6倍程度の輝度が得られることが判る。

【0013】図5は、本実施形態における投入電力に対する発光輝度を発光材料となるクマリン6の濃度を変化させて測定した結果を示すグラフである。このグラフからクマリン6の濃度変化に伴い発光輝度が増大していることが判る。なお、本実施形態では、クマリン6の濃度をPVCzに対して0.3～5mol%、望ましくは3～4mol%にし、BNDの濃度をPVCzに対し1.0～2.0mol%、望ましくは1.3～1.9mol%にすると良好な発光を得ることができた。また発光層14の膜厚は20～100nmであるが特に65～80nmでより良好な発光特性が得られた。また、図6は、本実施形態の発光波長と、本実施形態の構造に発光層14にクマリン6以外の発光色素としてDCM:4(Dicyanomethylene)-2-methyl-6-(p-dimethylaminostyryl)-4H-pyranを導入した例の発光スペクトルを示している。このグラフから、蛍光色素の選択により発光スペクトルが変化していることが判る。以下に、DCMの構造式を示す。

【化5】

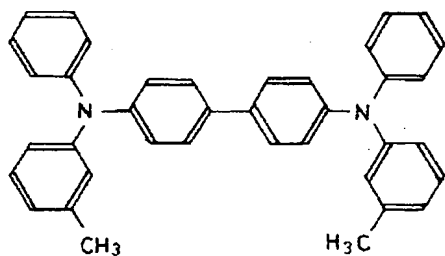


9CM; 4-(Dicyanomethylene)-
2-methyl-6-(p-dimethylamino-styryl)-4H-pyran

なお、視覚的には、クマリン6を導入した場合に緑色の発光が得られるのに対し、DCMを導入した場合にはオレンジの発光が得られた。本実施例では、発光層14において電子・ホールの再結合が効率的に行われるため、上記したように投入電力に対する発光効率が極めて良好な結果が得られた。

【0014】(実施形態2) 次に、この発明の実施形態2の説明をする。なお、実施形態2の有機電界発光素子の構造は上記実施形態1の構造と同様であるため、構造を示す図面を省略する。実施形態2の構成は、上記した実施形態1と同様に、ガラス基板12上にITO薄膜であるアノード電極13が形成され、このアノード電極13上に、ホール輸送性を有するPVDzに、ドーパントとしてクマリン6、電子輸送剤としてのBNDおよびホール輸送剤としてのTPD(トリフェニルジギアミン誘導体)としてN,N'-diphenyl-N,N'-bis(3-methyl)-1,1'-phenyl-4,4'-diamineを配合してなる発光層14が形成されている。以下にこの化合物の構造式を示す。

【化6】



N,N'-diphenyl-N,N'-bis(3-methyl)-1,1'-biphenyl-4,4'-diamine

なお、クマリン6、TPDおよびBNDのPVCzに対するモル濃度は、それぞれ3%、10%、17%に設定した。また、ここでホール輸送剤としては、バインダとしてのPVCzよりイオン化ポテンシャルの小さいTPDが用いられている。ところで、この発光層14は上記実施形態1と同様にディップコートもしくはスピコートなどの湿式成膜により形成することができる。そして、この発光層14の上には、上記実施形態1と同様にAlq3である電子注入層15が形成されている。さら

に、電子注入層15の上には、上記実施形態1と同様にMgAgであるカソード電極16が形成されている。本実施形態は、上記実施形態1の発光層14にホール輸送剤としてTPDを加えたことを特徴としている。

【0015】このようにTPDを混合したことにより、本実施形態の有機電界発光素子では図7の概念的なエネルギーダイアグラムで示されるような特性を有する。本実施形態においても、アノード電極13側のPVCzである発光層14で電子・ホール再結合が起こりエレクトロルミネセンス現象が生じる。アノード電極13側から発光層14を覗いた場合、界面の発光層14側のイオン化ポテンシャルにはより小さなホールのポテンシャルをもつ材料の物性が反映される。すなわち、この界面にはドーパントであるTPDの物性が反映されることになる。結果として、アノード電極13と発光層14との界面における注入障壁には、図中斜線で示すエネルギーレベルが反映される。このようにTPDを混ぜたことにより、キャリアの注入障壁: Hfom Aを低減することができ、アノード電極13から発光層14へのホール注入を容易にすることができる。また、発光層14には、上記実施形態1と同様に、電子親和性の高いBNDが配合されているため、発光層14への電子注入性は維持され、これらの効果により発光層14での電子・ホール再結合を促進し、発光層14内にドーブした蛍光色素(クマリン6)から選択的かつ効率的なEL発光を得ることができる。このように、本実施形態においては、有機電界発光素子において、アノード電極側から発光層へのホール輸送性を、ホールによるリーク電流の増大なしに改善し、発光効率を向上することができる。

【0016】(実施形態3) 図8は、実施形態3の有機電界発光素子の概略を示す断面説明図である。この実施形態は、アノード電極とカソード電極との間に3層の有機膜が積層された構成である。図中21は有機電界発光素子であり、ガラス基板22の上に、順次ITOであるアノード電極23、第3の有機膜としてのホール輸送層24、第2の有機膜としての発光層25、第1の有機膜としての電子輸送層26およびMgAgであるカソード電極27が形成されている。本実施形態では、ホール輸送層24をホール輸送性ポリマーであるTPDで形成している。また、発光層25は、PVCzをバインダとして、この中に蛍光色素としてのクマリン6と、電子輸送剤としてのBNDとホール輸送剤としてのTPDとが配合されてなる。さらに、電子輸送層26は、Alq3で形成されている。なお、本実施形態では、発光層25を構成する各成分を共通溶媒に溶解した後、ディップコートもしくはスピコートなどの湿式成膜により形成した。そして、本実施形態では、この発光層25の膜厚を20~100nmに設定した。

【0017】本実施形態の有機電界発光素子は、図9に示すエネルギーダイアグラムによってその特性を表すこ

とができる。同図に示すように、本実施形態の有機電界発光素子では、カソード電極27からA1q3でなる電子輸送層26へのエネルギー障壁E_{from C}が比較的小さいため、容易に電子が電子輸送層26に移動することができる。また、電子輸送層26から発光素子25へのエネルギー障壁は発光層25側のより小さなエレクトロンのポテンシャルをもつ成分の物性が反映される。すなわち、この界面には、電子輸送性ドーパントであるBNDの物性が反映されることとなり、図9に示すように電子輸送層(A1q3)から発光層(混合層)へのエネルギー障壁E_{to PVCz}は小さくなり、電子輸送層26から発光層25への電子の移動は容易となる。一方、アノード電極23からTPDへのホールのエネルギー障壁E_{from A}は小さいため、アノード電極23からホール輸送層24へのホールの移動は容易となる。さらに、ホール輸送層24から発光層25を覗いた場合、界面の発光層25側のイオン化ポテンシャルにはより小さなホールのポテンシャルをもつ成分の物性が反映される。すなわちこの界面には、ドーパントであるTPDの物性が反映されることになる。よって、この界面における注入障壁は、きわめて低くなり、TPD(ホール輸送層24)からPVCz(発光層25)へのホールの注入を容易にすることができる。これにより、発光層25への積極的な電子注入およびホール注入を実現し、あわせて発光層25の電子の移動度およびホールの移動度を低下させることでリーク電流を低減する。これらの効果により、発光層25での電子-ホール再結合を促進し、発光層25内にドーパした蛍光色素から選択的かつ効率的なEL発光を得ることができる。

【0018】(実施形態4) 図10および図11は、本発明の有機電界発光素子を用いて表示パネルを構成した実施形態4を示している。図10は有機ELマトリクス駆動回路であり、図11は、表示パネル31の要部断面図である。まず、本実施形態では、図11に示すように、ガラス基板32の上に、ITOでなるアノード電極33が各画素領域に対応してパターンニングされている。また、ガラス基板32上の各アノード電極33の近傍には、各アノード電極33に接続される薄膜トランジスタ(TFT)34が形成されている。この薄膜トランジスタ34は、ガラス基板32上に形成されたゲート電極35と、ゲート電極35の上を覆うゲート絶縁膜36と、ゲート絶縁膜36上に形成された半導体層37と、半導体層37上に分離して形成されたソース・ドレイン電極38とから構成されている。なお、ソース・ドレイン電極38の一方は同図に示すようにアノード電極33に接続されている。そして、それぞれのアノード電極33の上には、PVCzにクマリン6とBNDとが配合された発光層39と電子注入層40が順次積層されている。そして、電子注入層40の上には例えばMgAgでなる背面電極としてのカソード電極41が形成されている。こ

のように、アノード電極33上に、発光層39、電子注入層40、カソード電極41が順次形成されて、有機電界発光素子12が構成されている。この有機電界発光素子12が、表示パネル31の自己発光を行う画素となる。

【0019】このように配置された有機電界発光素子42は、図10の有機ELマトリクス駆動回路に示すように、ゲートライン43により、薄膜トランジスタ34のオン、オフを制御して選択的に各画素を点灯させることができる。なお、画素が選択された場合は、有機電界発光素子42のアノード電極33へは薄膜トランジスタ34側からホールの供給を受ける。また、図示しないが、カソード電極41は、表示領域全体に渡って形成した共通電極とすることもできる。

【0020】このような構成とすることにより、本実施形態では画素が光源を兼ね備えたものとなる。また、上記した実施形態1において述べたように、画素毎に発光層39に含ませる蛍光色素を設定することにより、色の制御を行うことができるため、フルカラー表示が可能となる。また、単一の蛍光色素を全画素に含ませておいて、それぞれの画素に応じてカラーフィルタを設定することも勿論可能である。本実施形態においては、投入電力に対する発光効率が極めて高いため、携帯用の表示装置においてもバッテリーの寿命を長くすることができる。上記実施形態4について、発光層がPVCz、クマリン6、BNDからなるが、これに限らずTPDを含んでもいいし、実施形態3のような構成の発光素子でもよい。

【0021】以上、実施形態1～実施形態4について説明したが、本発明はこれらに限定されるものではなく、構成の要旨に付随する各種の設計変更が可能である。例えば、上記各実施形態においては、電子注入層15、40をA1q3(アルミニウム錯体)で形成したが、電子輸送性を有する他の有機材料を用いても勿論よい。また、上記各実施形態では、イオン化ポテンシャルの小さいホール輸送剤として、BND、TPDなどを用いたが、他のホール輸送剤を用いることも可能である。さらに、上記各実施形態では、カソード電極としてMgAgを用いたが、他の電極材料を用いても勿論よい。

【0022】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、この発明によれば、エネルギー変換効率が高く、しかも製造の容易な有機電界発光素子を実現することができる。また、この有機電界発光素子を表示装置の画素と光源と兼ねたものとして用いることができるため、発光効率のよく、しかもバッテリー寿命の長い表示装置を実現するという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施形態1の断面説明図。

【図2】実施形態1の電子およびホールの注入障壁に対する効果を説明するエネルギーダイアグラム。

【図3】実施形態1の概念的なエネルギーダイアグラム。

【図4】実施形態1と従来例の投入電力と輝度との測定結果を示すグラフ。

【図5】実施形態1における投入電力に対する発光輝度を、クマリン6の濃度を变化させて測定した結果を示すグラフ。

【図6】実施形態1の発光波長と、蛍光色素としてDCMを導入した例の発光スペクトルを示すグラフ。

【図7】実施形態2の電子およびホールの注入障壁に対する効果を説明するエネルギーダイアグラム。

【図8】実施形態3の断面説明図。

【図9】実施形態3の電子およびホールの注入障壁に対する効果を説明するエネルギーダイアグラム。

する効果を説明するエネルギーダイアグラム。

【図10】実施形態4の有機ELマトリクス駆動回路図。

【図11】実施形態1の要部断面図。

【図12】従来例の断面説明図。

【図13】従来例の電子およびホールの注入障壁に対する効果を説明するエネルギーダイアグラム。

【符号の説明】

13、23 アノード電極

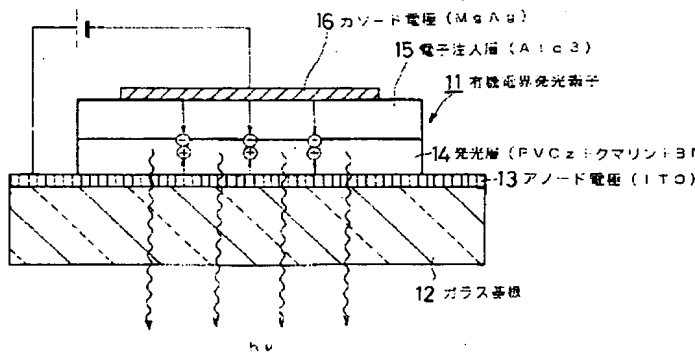
14、25 発光層

15、26 電子注入層

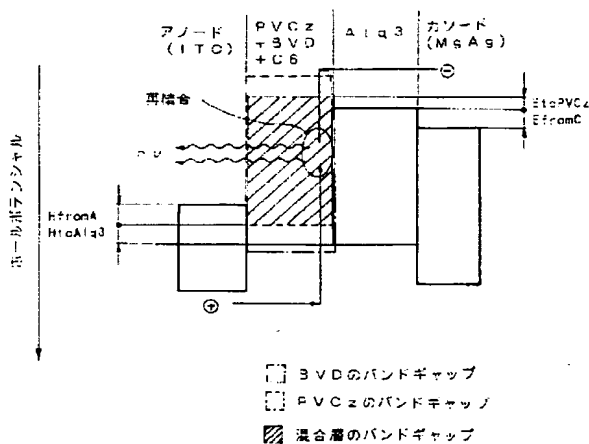
16、27 カソード電極

24 ホール輸送層

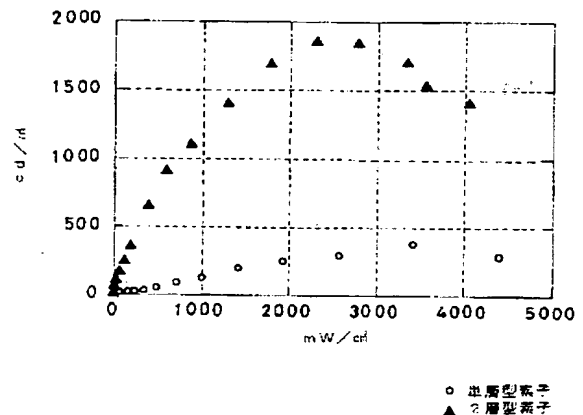
【図1】



【図2】

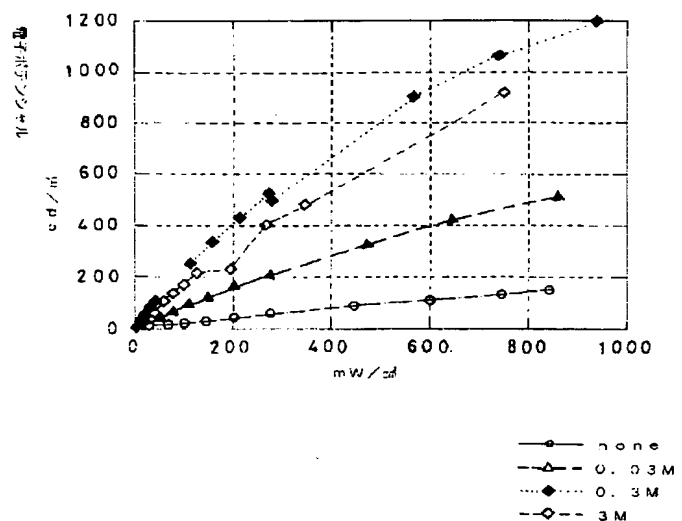


【図4】



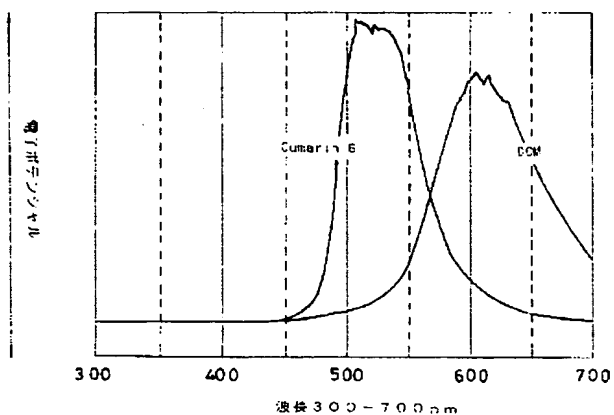
MDP2層型と単層型素子での
mW/cm²-cd/m²特性比較

【図5】

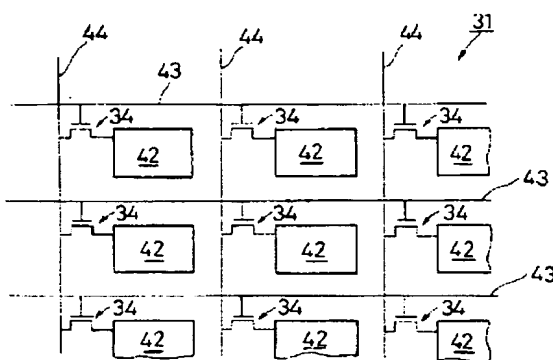


MDP2層型: mW/cm²-cd/m²特性比較
発光材料濃度依存性

【图6】

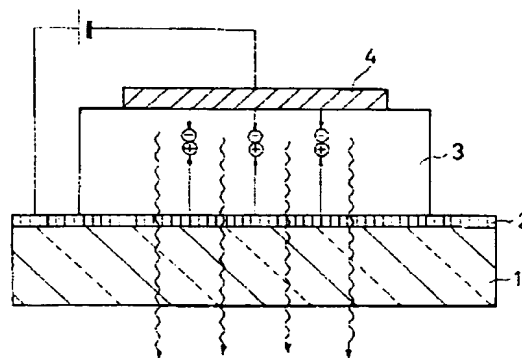


【図10】

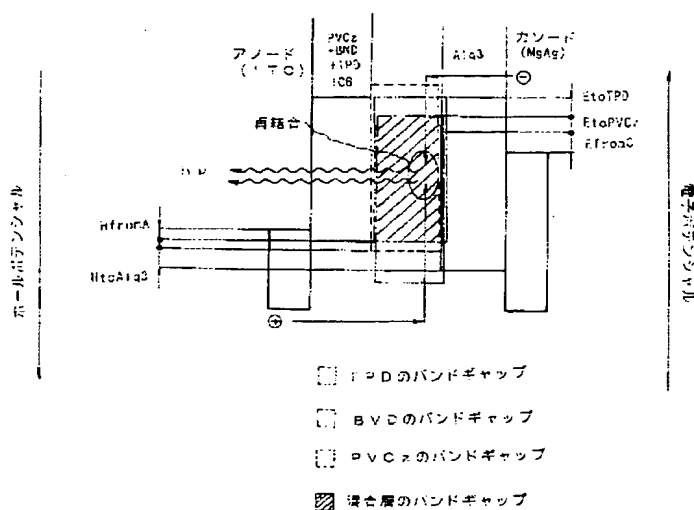


【图 12】

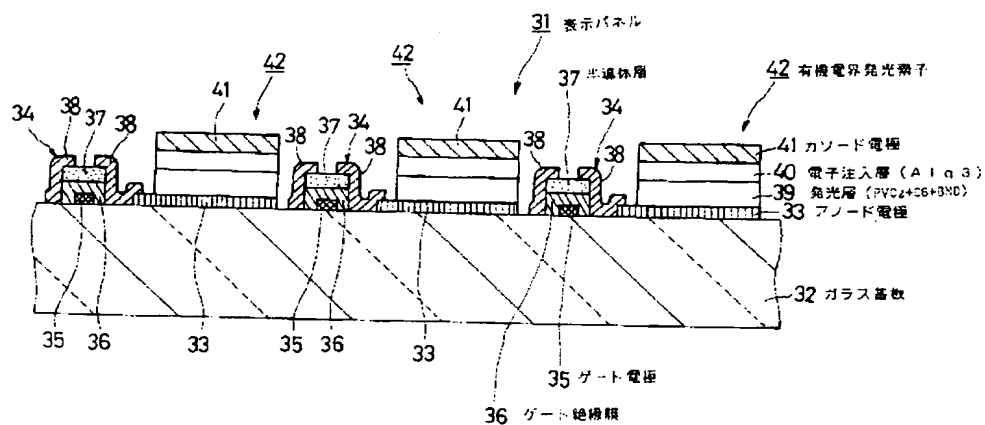
【图8】



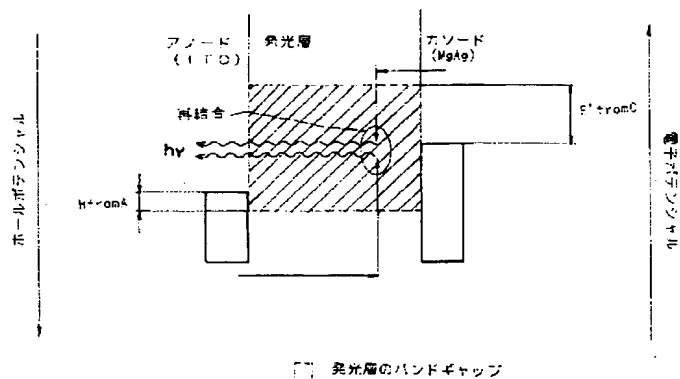
【29】



【图 1-1】



【图 13】



THIS PAGE BLANK (USPTO)